

JP9197148

Publication Title:

OPTICAL WAVEGUIDE OF POLYMER

Abstract:

Abstract of JP9197148

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable bending without deteriorating performance, to enable production by an easy producing process and to enhance the yield and reliability by forming low refractive index layers on the top and bottom of a core. **SOLUTION:** A clad 2 is disposed around a core 1 and low refractive index layers 3 of a polymer having lower refractive index than the clad 2 are formed only on the top and bottom of the core 1 to produce the objective flat optical waveguide having bendability. The core 1 is made of deuterated polymethyl methacrylate. The clad 2 is made of a copolymer consisting of deuterated methyl methacrylate and fluorinated methacrylate in a molar ratio of 9:1. The low refractive index layers 3 are made of a copolymer consisting of deuterated methyl methacrylate and fluorinated methacrylate in a molar ratio of 7:3. Such a flexible low loss element is produced by a process easier than the conventional process and it is used as an important element in optical interconnection such as connection between optical connectors.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-197148

(43)公開日 平成9年(1997)7月31日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 02 B 6/12			G 02 B 6/12	N
C 08 F 220/12	MMG		C 08 F 220/12	MMG
220/22	MMS		220/22	MMS
C 08 G 77/04	NUA		C 08 G 77/04	NUA

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全7頁)

(21)出願番号	特願平8-10392	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号
(22)出願日	平成8年(1996)1月24日	(72)発明者	金子 明正 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
		(72)発明者	吉村 了行 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
		(72)発明者	疋田 真 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本 電信電話株式会社内
		(74)代理人	弁理士 志賀 正武

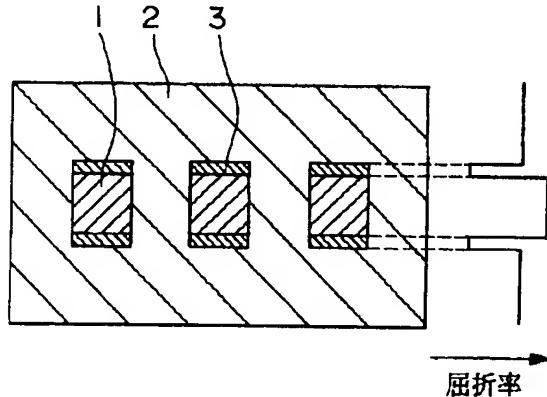
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高分子光導波路

(57)【要約】

【課題】 高分子を用いた光導波路であって、屈曲による伝搬損失の増大を極力低減させ、性能を低下させることなく屈曲させることができ、かつ簡便な製造工程により製造可能で、歩留りを向上し信頼性の高い高分子光導波路。

【解決手段】 コア1と、そのコアの周りに配置されたコアより屈折率の低いクラッド2を少なくとも含む平板型高分子光導波路において、コアの上下に前記クラッドよりも屈折率の低い低屈折率層3が設けられていることを特徴とする。

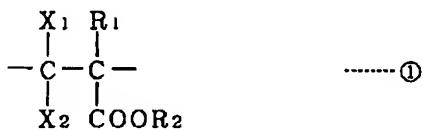


【特許請求の範囲】

【請求項1】 コアと、そのコアの周りに配置されたコアより屈折率の低いクラッドを少なくとも含む平板型高分子光導波路において、前記コアの上下に前記クラッドよりも屈折率の低い低屈折率層が設けられていることを特徴とする高分子光導波路。

【請求項2】 前記クラッド及びコアが、下記一般式①で表される化学構造のうち、2種以上の異なった繰返し単位からなる共重合体の重水素化またはハロゲン化ポリアクリレートであることを特徴とする請求項1記載の高分子光導波路。

【化1】



ここで、X1及びX2はそれぞれ重水素またはハロゲン原子、

R1は重水素、CD₃基 (Dは重水素) 及びハロゲン原子のうちの1種、

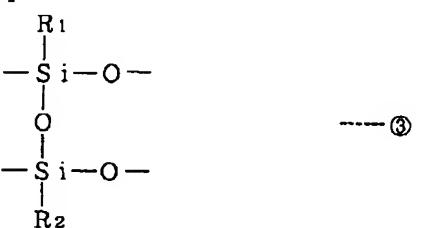
R2はC_nY_{2n+1}で表されるハロゲン化または重水素化アルキル基 (Yはハロゲン原子または重水素、nは5以下の正の整数) である。

【請求項3】 前記クラッド及びコアが、下記一般式②または一般式③で表される繰返し単位を有するポリシロキサン、若しくは一般式④で表される繰返し単位と一般式③で表される繰返し単位の共重合体であるポリシロキサン、またはこれらの混合物であるポリマーであることを特徴とする請求項1記載の高分子光導波路。

【化2】



【化3】



ここで、R1とR2は同一または異なり、C_nY_{2n+1}で表されるアルキル基 (Yはハロゲン原子または重水素、nは5以下の正の整数)、または、C₆Y₅ (Yは水素、重水素もしくはハロゲンを示す) で表されるフェニル基、重水素化フェニル基もしくはハロゲン化フェニル基である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高分子光導波路に
関し、特に、光集積回路、光インタコネクション、あるいは光合分波器等の光学部品に用いるのに優れた低損失光導波路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光部品、あるいは光ファイバの基材としては、光伝搬損失が小さく、伝送帯域が広いという特徴を有する石英ガラスや多成分ガラス等の無機系の材料が広く使用されている。しかし、近年においては、無機系の材料に比べて加工性や価格の点で有利であることから、光導波路用材料として、高分子系の材料も注目され、開発されている。例えば、ポリメチルメタクリレート (PMMA) やポリスチレンのような透明性に優れた高分子をコアとし、そのコア材料よりも屈折率の低い高分子材料をクラッドとしたコア-クラッド構造からなる平板型光導波路素子が作製されている (特開平3-188402号公報)。また、耐熱性の高い透明性高分子であるポリイミドやポリシロキサンを用いた平板型光導波路素子も作製されている。ところで、高分子光導波路であると、屈曲な形状とすることが容易に可能であるという利点がある。しかしながら、従来、製造上の制約から、導波路をガラス基板、シリコン基板または厚い高分子基板上に形成していた為に、その屈曲が可能という利点を活かすことがなかった。また、屈曲させると伝搬損失が増加するという問題もある。このような課題を解決するものとして、屈曲による伝搬損失の増加を低減し、屈曲性を利用することのできる高分子導波路として、図2に示すように、クラッド2よりも屈折率の低い低屈折率層をコア1を囲むように形成し、屈折率分布が上下方向および水平方向の両側からともW型となる高分子導波路 (以下、「全周W型」と称する。) が考えられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この全周W型導波路であると、屈曲による伝搬損失の増加を低減でき屈曲性を有した導波路を実現することはできるものの、低屈折率層3をコア1の側壁に均一に形成することが難しく、歩留り良く製造することは困難で、信頼性は十分ではなかった。本発明は前記課題を解決するためになされたもので、高分子を用いた光導波路であって、屈曲による伝搬損失の増大を極力低減させ、性能を低下させることなく屈曲させることができ、かつ簡便な製造工程により製造可能で、歩留りを向上し信頼性の高い高分子光導波路を提供することを目的とする。

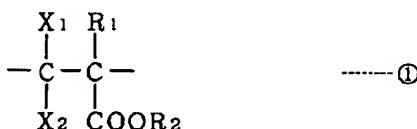
【0004】

【課題を解決するための手段】本願発明者等は全周W型導波路の導波特性を検討したところ、屈曲時において、その損失低減に主として寄与する低屈折率層は、膜厚上下方向に位置する部分であることを解明した。また、コ

アの上下にのみ低屈折率層を形成するのであれば、スピノコート等の手段により簡便に且つ高歩留りに低屈折率層を形成することが可能であることを見い出した。即ち、本発明は、コアと、そのコアの周りに配置されたコアより屈折率の低いクラッドを少なくとも含む平板型高分子光導波路において、コアの上下にクラッドよりも屈折率の低い低屈折率層が設けられていることを特徴とするものである。この高分子光導波路であると、屈曲時の伝搬損失の低減と製造工程の簡便化を両立することができる。

【0005】また、クラッド及びコアとしては、下記一般式①で表される化学構造のうち、2種以上の異なった繰返し単位からなる共重合体の重水素化またはハロゲン化ポリアクリレートであることが望ましい。

【化4】

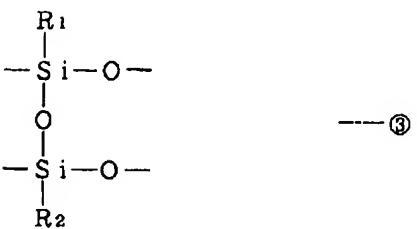


ここで、X1及びX2はそれぞれ重水素またはハロゲン原子、R1は重水素、CD₃基（Dは重水素）及びハロゲン原子のうちの1種、R2はC_nY_{2n+1}で表されるハロゲン化または重水素化アルキル基（Yはハロゲン原子または重水素、nは5以下の正の整数）である。または、クラッド及びコアは、下記一般式②または一般式③で表される繰返し単位を有するポリシロキサン、若しくは一般式②で表される繰返し単位と一般式③で表される繰返し単位の共重合体であるポリシロキサン、またはこれらの混合物であるポリマーであることが望ましい。

【化5】



【化6】



ここで、R1とR2は同一または異なり、C_nY_{2n+1}で表されるアルキル基（Yはハロゲン原子または重水素、nは5以下の正の整数）、または、C₆Y₅（Yは水素、重水素もしくはハロゲンを示す）で表されるフェニル基、重水素化フェニル基もしくはハロゲン化フェニル基である。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明の高分子光導波路は、図1に示すように、コア1の上下のみにクラッド2よりもさらに屈折率の低い低屈折率層3を形成し、コアの厚さ方向に対してものみ屈折率分布がW型になるものである。低屈折率層としては、クラッド、コア間でインターミキシングを起こさない材料であればどのような材料でも可能であるが、低損失かつ易加工性を有する材料が望ましい。例えば、PMMAのフッ素化合物の共重合体、シリコーン共重合体、SOG（Spinon Glass）などである。低屈折率層の厚さは、コア・クラッドの厚さの1/10程度の厚さが好適で、クラッドよりも屈折率の低い材料をスピノコート等により塗布することにより容易に形成される。

【0007】低屈折率層を形成しない光導波路（以下、「通常型」と称する）と、本発明に相当する上下のみに低屈折率層を形成した光導波路において、導波路中の電界分布のシミュレーションの結果を図3に示す。図3において、（A）に示すものが通常型光導波路、（B）が本発明に相当するコア1の上下のみに低屈折率層3を形成した光導波路のものである。これらは共に、コアサイズは8×8 μmとし、コアの屈折率は1.484、クラッドの屈折率は1.480とし、光の波長を1.31 μmとしたものである。また、（B）において、コア1の上下に設けた低屈折率層3の屈折率は1.394で、その厚みは1 μmである。図3から、（A）においては、光の電界はほぼ同心円状になっているのに対し、（B）では低屈折率層の存在により上下方向に強く閉じ込められているのがわかる。高分子光導波路をフレキシブル光導波路として使用する場合、例えば、光インタコネクションに用いる場合、想定される曲げの方向は上下方向のみなので、上下方向に強い光閉じ込めができれば、たとえ光導波路が曲っても曲げ損失は小さく抑えられ、損失の少ない光導波路が達成できることがわかる。

【0008】

【実施例】以下、実施例により本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【実施例1】図1に示すように、コア1とクラッド2を有し、コア1の上下のみにクラッド2よりも屈折率の低いポリマーからなる低屈折率層3を形成し、屈曲性のある平板型高分子光導波路を製造した。本実施例においては、コア1を重水素化ポリメチルメタクリレートで構成し、クラッド2を重水素化メチルメタクリレートとフッ素化メタクリレート（モル比9:1）の共重合体で構成し、低屈折率層3を重水素化メチルメタクリレートとフッ素化メタクリレート（モル比7:3）の共重合体で構成した。これらは特開平2-92908号公報に記載されている製法により作製した。即ち、上記3種のポリマーをそれぞれメチルイソブチルケトンとキシレンの混合溶液に溶かして溶液に調製しておき、シリコン基板に

銅をスパッタリングした基板上にクラッド成分ポリマーを約25 μm スピンコートで塗布した。そして、ベーク、乾燥処理後、その上に低屈折率層成分ポリマーを層厚が約0.5 μm になるようにスピンコートで塗布した。続いて、その上にコア成分ポリマーを層厚が約8 μm になるようにスピンコートで塗布し、さらにその上に低屈折率層成分ポリマーを約0.5 μm スピンコートで塗布した。次に、フォトリソグラフィー、ドライエッティングによりコア成分ポリマーを $8 \times 8 \mu\text{m}^2$ の直線矩形パターンに加工した。加工後、クラッド成分を塗布し、埋込み型導波路を得た。この導波路を希塩酸（塩化水素20%）中で基板より剥離、シート状にしてフレキシブル高分子光導波路を得た。

【0009】同様の材料を使用して、上説した全周W型導波路と、低屈折率層を含まない通常のフレキシブル導波路（通常型）とを作製し、これら3種の各高分子光導波路について、その導波路特性（波長1.31 μm ）を測定した。なお、測定は、50 μm の導波路の損失（結合損失を含む）を測定し、導波路を曲げない状態（通常時）と曲げた場合（曲げ半径：10 μm ）において測定を行った。測定結果を表1に示す。

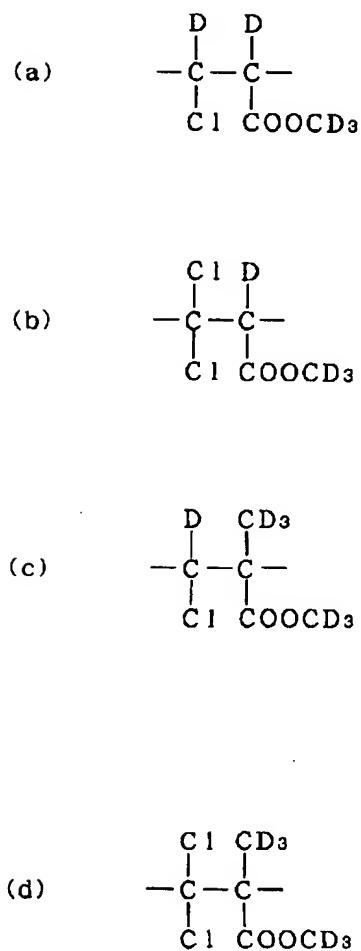
【表1】

実施例1 通常型 全周W型			
通常時 (dB)	1.4	1.4	1.4
屈曲時 (dB)	1.6	2.5	1.5

表1から、通常型は屈曲させることによって2.5 dBまで損失が増大するのに対して、全周W型は1.5 dB、実施例1のものでは1.6 dBと共に損失増加が小さかった。すなわち、全周W型構造に比べて本実施例の構造では、大幅に作製工程が簡便になるにもかかわらず、同程度の曲げ損失低減の効果があることになる。

【0010】【実施例2】下記化学式(a)～(d)で示される繰返し単位からなる重合体をコア材料とし、クラッドを重水素化メチルメタクリレートとし、他は実施例1と同様にして作製した導波路について、通常時と屈曲時（曲げ半径：10 μm ）の損失差を測定した。測定結果を表2に示す。

【化7】



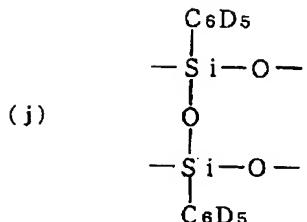
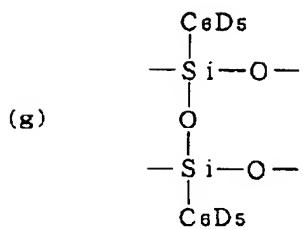
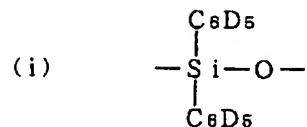
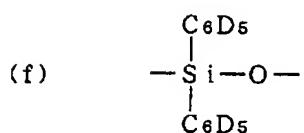
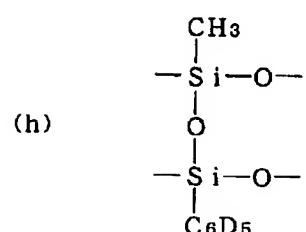
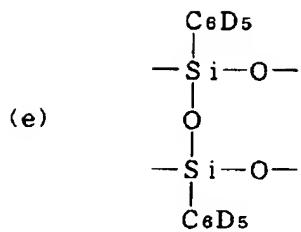
【表2】

コア材料	損失差 (dB)
a	0.1
b	0.2
c	0.1
d	0.2

表2から、いずれも、損失差は僅かで、低屈折率層を有する構造とすることによる効果が大きいことがわかる。

【0011】【実施例3】クラッドとして、下記化学式(e)で示される構造の繰返し単位からなるポリシロキサンをアニソールに10重量%溶かした溶液を使用し、コアとして、下記化学式(f)で示される繰返し単位と化学式(g)で示される繰返し単位の共重合体をアニソールに10重量%溶かした溶液を使用し、低屈折率層として無機SOGを使用して実施例1と同様のフレキシブル高分子光導波路を作製した。またさらに、同材料を使用して通常型および全周W型の高分子光導波路を作製した。

【化8】



これらの光導波路（波長：1.31 μm 、長さ：50 mm）を120°Cで100時間加熱した後の曲げ損失（結合損失を含む）を測定した。測定結果を表3に示す。

【表3】

【表3】

実施例3 通常型 全周W型			
通常時 (d B)	2. 1	2. 0	2. 1
屈曲時 (d B)	2. 3	3. 5	2. 2
加熱後屈曲時 (d B)	2. 3	3. 5	2. 2

表3から、実施例3の高分子光導波路であると、加熱後の曲げ損失の増加も非常に小さく、測定誤差範囲内であることがわかる。

【0012】[実施例4] 上記実施例3と同様にしてフレキシブル高分子光導波路を作製した。但し、クラッドとして、下記化学式(h)で示される構造の繰返し単位からなるポリシロキサンをアソールに10重量%溶かした溶液を使用し、コアとして、下記化学式(i)で示される繰返し単位と化学式(j)で示される繰返し単位の共重合体をアソールに10重量%溶かした溶液を使用した。また、同材料を使用して通常型および全周W型の高分子光導波路を作製した。

【化9】

また、実施例3と同様に、これらの導波路（波長：1.31 μm 、長さ：50 mm）を120°C、100時間加熱した後の曲げ損失（結合損失を含む）を測定した。測定結果を表4に示す。

【表4】

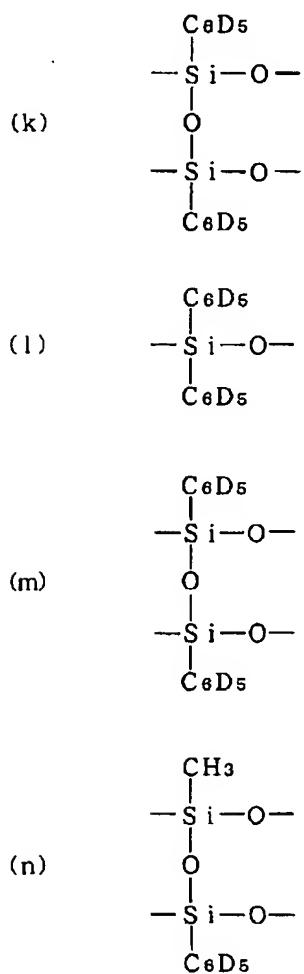
実施例4 通常型 全周W型	
通常時 (d B)	2. 2
屈曲時 (d B)	2. 4
加熱後屈曲時 (d B)	2. 4

表4から、この実施例4の高分子光導波路においても、加熱後の曲げ損失の増加が非常に小さく、測定誤差範囲内であることがわかる。

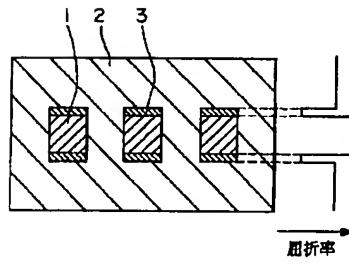
【0013】[実施例5] 上記実施例3と同様にしてフレキシブル高分子光導波路を作製した。但し、クラッドとして、下記化学式(k)で示される構造の繰返し単位からなるポリシロキサンをアニソールに10重量%溶かした溶液を使用し、コアとして、下記化学式(1)で示される繰返し単位と化学式(m)で示される繰返し単位の共重合体をアニソールに10重量%溶かした溶液を使用した。また、低屈折率層として下記化学式(n)で示される高分子材料を使用した。また、同材料を使用して

通常型および全周W型の高分子光導波路も作製した。

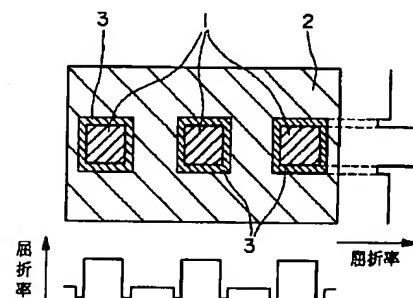
【化10】



【図1】



【図2】



また、実施例3と同様に、これらの導波路（波長：1.31 μm、長さ：50mm）を120°C、100時間加熱した後の曲げ損失（結合損失を含む）を測定した。測定結果を表5に示す。

【表5】

実施例5 通常型 全周W型			
通常時 (dB)	3.1	3.0	3.1
屈曲時 (dB)	3.4	4.5	3.3
加熱後屈曲時 (dB)	3.4	4.5	3.4

表5から、加熱後の曲げ損失の増加も非常に小さく、測定誤差範囲内であることがわかる。

【0014】

【発明の効果】本発明によるフレキシブル高分子光導波路は、フレキシブルで低損失な素子が従来より簡便なプロセスで実現可能なため、例えば、光コネクタ間の接続等の光インターフェクションを構築する上で重要な素子となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高分子光導波路の一例を示す側断面図である。

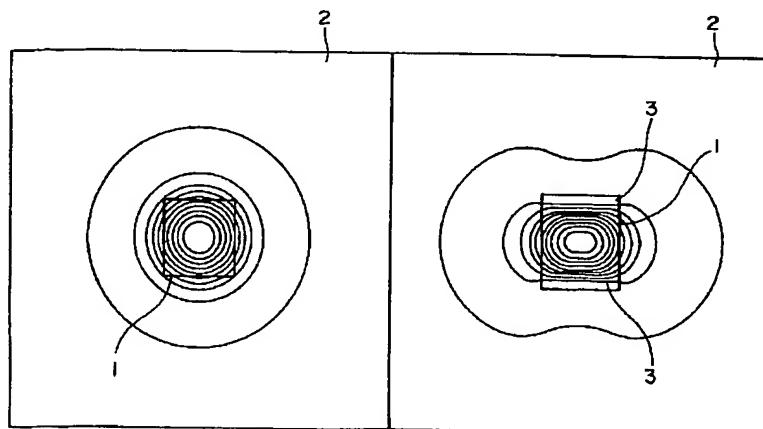
【図2】全周W型高分子光導波路を示す側断面図である。

【図3】光導波路中の光の電界分布のシミュレーション結果を示す図である。

【符号の説明】

- 1 コア
- 2 クラッド
- 3 低屈折率層

【図3】



(a) 通常の導波路構造

(b) 低屈折率層をコア上下につけた構造

フロントページの続き

(72)発明者 今村 三郎
東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.